

UR

URBAN FORM & SPACE 城市空间设计

Altstadt

Südstadt

**灭路还是宏图？
DOOM OR BOOM?**
德国军事基地关闭后的民事改造与土地使用
GERMANY CIVIL RECONSTRUCTION AND LAND
USE AFTER MILITARY BASES ARE CLOSED

解除军事化后的多样化
DEMILITARISED VARIETY

从美国的军事基地转型为零能耗社区
FROM US ARMY INSTALLATION TO ZERO
ENERGY COMMUNITY

如何能成功将美国军队的一个小城改造为“明
日的知识之城”？
HOW TO SUCCEED WILL BE TRANSFORMED
IN A SMALL CITY IN THE U.S. MILITARY
"KNOWLEDGE CITY OF TOMORROW"?

匠作之道
THE WAYS OF CRAFTSMAN

ISSN 1008-2832
9 771008 283085
艺术与设计
国内统一刊号: CN11-3909/J
人民币 35元
VOL 56

500 m
2017
城市·规划·建筑·艺术
URBAN PLANNING ARCHITECTURE & ART

VOL 56

8 灭路还是宏图?

13 解除军事化后的多样化

18 合作式建筑协会

20 Magazine项目: 代表性改建项目

22 图宾根

26 弗莱堡-沃邦的协作式规划和交通流通概念

34 27年来柏林勃兰登堡区旧基地成功改造的历史及“旧达贝尔”

75 高密度城市形态的发展特点

81 当代中的非当代

85 2017天津国际设计周总策展人李云飞访谈

87 造界

特别报道 灭路还是宏图?

论述

41 从美国的军事基地转型为零能耗社区

50 德国卡尔斯鲁厄的美军设施改造项目

56 从军事基地到住宅产业的未来工作室

58 如何能成? 从美国军队的一个小城改造为“明日的知识之城”? 莫里茨·贝勒斯

65 密斯特的转型: 解读以对话为导向的规划

70 简·菲尔德里奥区

101 量一天空

103 存在

104 时间的走廊

建筑教育 开题

城市流 展览

阿尔弗雷德·克伦伯格博士

刘景太

比阿特丽克斯·波多内

克里斯蒂安·安烈维 迈克·扬森

提曼·魏德曼·科特

宋昆、胡子楠

王振飞

徐磊

克劳迪娅·海顿

索恩·索尔克

克里斯托夫·梅尔克斯

塞弗特博士

安德烈亚斯·佩茨

卡斯滕·斯珀林、汉斯·林肯

今天的太阳能发电场

林立震

冯琳、胡子楠

陈天泽、甄明扬

生态层面的高层建筑表皮设计

RESEARCH ON ECOLOGICAL SURFACE OF HIGH-RISE BUILDINGS

冯刚, 胡惟洁

Feng Gang, Hu Weijie

摘要

“表皮化”是高层建筑立面设计的重要特点。本文通过大量案例分析,总结了高层建筑发展过程中,表皮功能与形态发展所经历的重要阶段——“生态层面表皮进化”,归纳分析了生态表皮的三种发展方向:呼吸式的双层表皮、机械式开合的可变表皮、结合感应材料的可适性表皮。并根据不同形态高层建筑表皮的功能、美学与生态特征,探讨高层建筑表皮设计未来发展的方向。

关键词

建筑表皮 高层建筑 表皮生态化 可变表皮 可适性表皮

Abstract

The feature of building skin is very important in high-rise building facade design. With some case studies, this paper focuses on the research about virtual development stage in the evolution of ecological facade, analyzes and concludes three development directions as double skin, mechanical kinetic skin and responsive skin. Based on this research, this paper also tries to illuminate the development trends of high-rise building skin design.

Key Words

Building Skin; High-Rise Building; Ecological Façade; Kinetic Skin; Responsive Skin

建筑表皮,从广义上讲,指人们通过触觉、视觉直接感受到的建筑表层;从狭义上讲,则指建筑外部覆盖结构或者表层,强调其内外空间“界面”的意义。表皮是建筑内外能量交换的界面,门窗等可开合的洞口,是内外能量流动的主要通道。如果能够有效地控制建筑表皮能量交换的过程与能量的大小,就能够更好地节约能源,提高资源的利用效率。C2ES (Center for Climate and Energy Solutions) 的研究表明:“住宅建筑中,通过优化窗的设计,可以节能10%—50%;商业建筑中,则可以减少照明与采暖空调系统的消耗,从而减少10%—40%的围护费用^[1]”。从能量控制的意义上看,建筑表皮类似于生物体的皮肤,对于生命体起到围护与保护的作用,并可以感知外界物理环境的变化,从而通过表面热交换机制的改变,调节通过皮肤的能量大小,以实现内部物理环境相对稳定与平衡。

新的时代,生态与可持续发展的思想成为建筑学领域最受关注的课题,有效地减少能耗,是建筑所应担负的社会责任。高层建筑在有效提供土地利用率的的同时,也带来能源、资源、环境与交通等问题,其中能源问题尤为突出。高层建筑的建造与使用过程中能耗巨大。尤其是超高层建筑,其单位面积能耗约为普通公共建筑的4—10倍。在高层建筑设计中引入生态表皮设计理念,对于节约能源、提高建筑使用效率具有重要价值。由于

功能关系与结构逻辑的差异,较多层建筑而言,高层建筑表皮有其自身的特殊性,其设计亦经历了从满足基本的形式与围护功能,到结构与形式有机结合,再到融入生态与可持续发展理念的不同发展阶段。当代高层建筑表皮以其特有的复杂性与抽象性获得了新的建筑美学定位,同时具有形式、结构与生态层面的意义。它不再是空间的附庸,而是主宰建筑形体与艺术风格的领导者,又是新的绿色建筑技术的载体。其设计亦融入了更多结构技术、数字技术与生态设计的理念,并继续向着可呼吸式表皮、机械式开合的可变表皮、运用可变材料的生态表皮的方向发展。它反映了人们对于高层建筑表皮设计内涵与外延的认识不断深化的过程。

1 呼吸式的双层表皮

建筑内外物质与能量的交换,通常是由人为控制门窗的开合来实现的。对于高层建筑而言,由于一定高度的空间中,风速与温差的变化更大,传统方式的通风受到很多限制,双层表皮(也称为呼吸式幕墙)应运而生(图1)。其工作原理就是在两层表皮之间设置一定宽度的空气层,以减少室外对室内的风压,改善开窗时存在的紊流。同时,利用“温室效应”、“文丘里效应”、“烟囱效应”等被动式生态技术与光伏电池等主动式生态技术,使这一“夹层”根据外部环境条件的变化而调节其物质与能量传递方式,更加有效

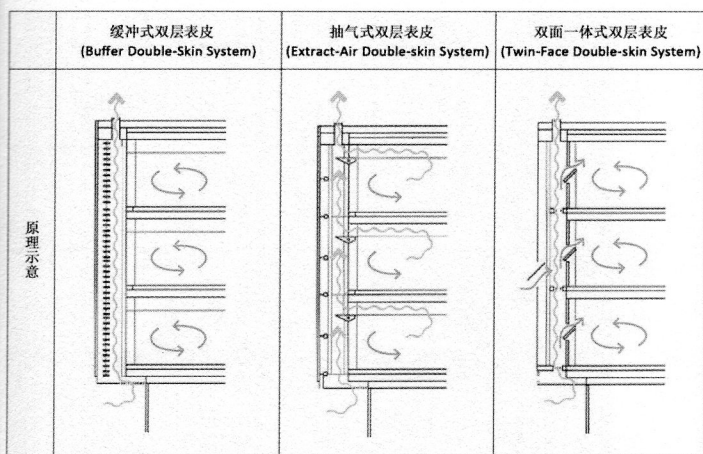


图1 三种双层表皮示意

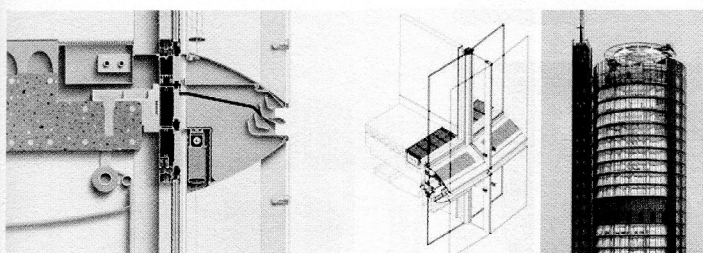


图2 RWE大楼

图解示意	折叠式	旋转式	伞式	孔腔缩放式	推拉式
说明	将水平或垂直的折叠片，通过铰链和驱动装置，沿预定轨迹运动。	将垂直或水平中心轴与机械驱动装置，通过可转动的铰链和驱动装置，通过铰链和驱动装置，沿预定轨迹运动。	将垂直或水平的伞状片，通过铰链和驱动装置，沿预定轨迹运动。	将垂直或水平的孔腔，通过铰链和驱动装置，沿预定轨迹运动。	将垂直或水平的推拉片，通过铰链和驱动装置，沿预定轨迹运动。
光线可调节度	直射光线的可调节度 散射光线的可调节度 最大透光率的可调节度	直射光线的可调节度 散射光线的可调节度 最大透光率的可调节度	直射光线的可调节度 散射光线的可调节度 最大透光率的可调节度	直射光线的可调节度 散射光线的可调节度 最大透光率的可调节度	直射光线的可调节度 散射光线的可调节度 最大透光率的可调节度
保温隔热效果	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
机械复杂度	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
美学价值	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★

图3 机械式开合的可变表皮类型

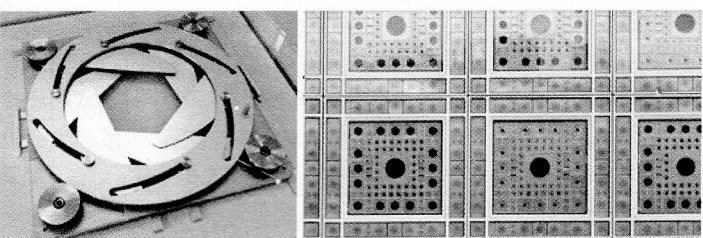


图4 巴黎阿拉伯文化中心

地控制建筑表皮内外光能、热能等能量交换以及空气、水汽等物质交换，起到提高节能效果、促进通风、隔绝噪声的功用。如果说通常的建筑表皮是建筑的“衣服”，那么双层表皮就如同建筑的“皮肤”，超越了围护与安全等初级意义上的表皮，可以自由地“呼吸”，也被称为“呼吸式幕墙”，并发展出“封闭式内循环体系呼吸式幕墙”、“敞开式外循环体系呼吸式幕墙”等一系列设计方法。

用于高层建筑的“双层表皮” (Double Skin) 设计思想由克里斯托弗·英恩霍文 (Christoph Ingenhoven) 在波恩电话公司大楼 (T-Mobile Headquarters in Bonn) 设计中首次提出，1996年其设计的埃森RWE大楼第一次将这一设计思想付诸实施 (图2)。这座大楼在普通的高层建筑幕墙外又增加了一层10mm厚安全玻璃制成的墙面。这一设计缓解了随高度增加的风力对于建筑的影响，高层建筑能够像普通建筑一样开窗通风。而且，间隔500mm的内外层玻璃间，可以有效地储备太阳能，在冬季可以节约采暖的能源消耗。Gensler事务所设计的上海中心采用了双层表皮的设计。建筑内层标准层为圆形，在一定的使用面积条件下可以获得最小的外表面积。两层表皮之间的距离0.9m—10m不等，在建筑室内外间创造了可以有效调节空气物理环境的间层，较单层表皮可有效节能7%以上。建筑外表皮采用了螺旋上升的形体，赋予建筑以强烈的动感。由于采用了符合空气动力学的建筑形体，可以有效减少32%风荷载。为了进一步控制遮阳效果，外层表皮根据朝向的不同，采用了不同比例的玻璃釉面来获得不同程度的遮阳效果，可以使进入室内的能量分布更加均匀。

双层表皮解放了高层建筑的立面设计，建筑的结构逻辑与功能需求，被精致地包裹在一层附加的表皮之内，可以更加自由地展示表面肌理与面层材质自身的特性，从一定意义上推动了高层建筑美学的变革。

2 机械式开合的可变表皮系统

传统的固定式建筑表皮在遮阳方面总是无法很好地适应气候的变化，导致建筑内部产生过多能耗，难以达到可持续发展的目标，且使用者的体验感下降。建筑表皮生态化的过程中，逐渐由这种静态的、装饰性的表皮，拓展为一种动态的、使用者可以自主控制的可变表皮系统 (Kinetic Skin)。使用者可以根据室内外物理环境条件，充分考虑采光、保温与通风的需求，自主地或借助自动控制系统，调节建筑表皮的形状与位置，以更加精确地调控建筑内外物质与能量交换的过程，达到最优化室内物理环境并节约能源的目的。可变表皮系统常与双层表皮系统相结合，成功地应用于高层建筑的表皮设计中。与固定形式的建筑表皮相比，动态表皮具有更好的环境适应性与更加丰富的立面效果。在这一动态变化过程中，建筑的构件不断发生变化，其立面形态亦随之成为一种不断变化的动态结构，不同时间

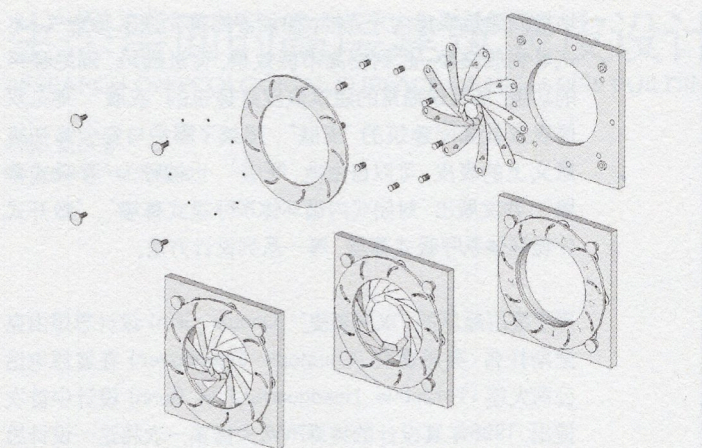


图5 巴黎阿拉伯文化中心



图6 巴黎国家图书馆

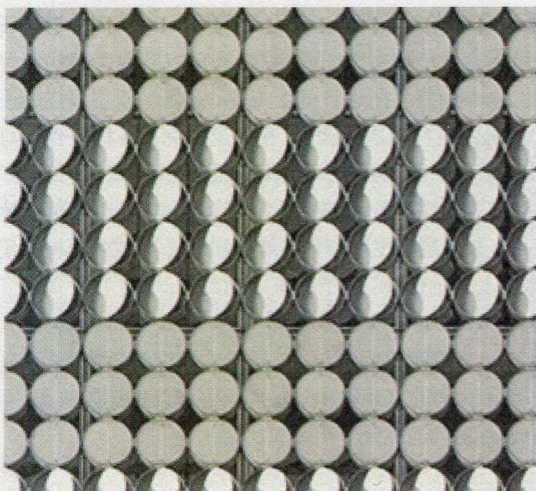


图7 墨尔本皇家理工大学

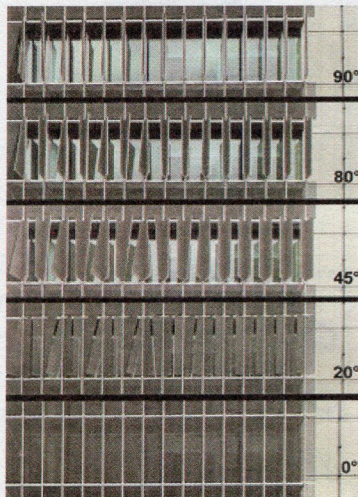


图8 Q1大楼

有不同的肌理效果,其效果不再是设计的起点,而是生态设计的一种直观的反映。

可变遮阳系统是发展最为成熟,应用最为广泛的动态表皮形式。这种表皮系统可以根据太阳位置与风向等因素的变化,来改变立面可变单元的方向与角度,从而获得最佳的遮阳与通风效果。这些随太阳的位置不断变化的动态结构,随时间的不同呈现不同的立面肌理效果,赋予建筑以更加丰富的美学内涵。常见的可变遮阳机械系统有折叠、旋转、伞型结构、可变孔径等多种运动方式(图3)。

让·努维尔(Jean Nouvel)设计的巴黎阿拉伯文化中心(Arab World Institute)(图4、图5),于1987年建成。可视为第一座真正意义上的

动态表皮建筑。设计师采用了一种类似于相机镜头光圈的,可变孔径尺寸的机械百叶窗系统,可以根据外部光线强度和热量变化,来改变透光孔径的尺寸进行操控,对太阳直接做出反应。

旋转式可变遮阳系统如多米尼克·佩罗(Dominique Perrault)设计的巴黎国家图书馆(National Library of France)(图6)。建筑外层表皮为普通的玻璃幕墙,内层表皮设计为可以沿着垂直轴线自由旋转的木质墙板。根据内部使用功能的不同,使用者可以自主地调节木墙板的开合角度,从而获得最理想的采光与遮阳效果。Sean Godsell Architecture & Peddle Thorp Architects设计的墨尔本皇家理工大学设计中心(RMIT Design Hub)

(图7),表皮由很多可以沿竖直线旋转的圆形喷砂玻璃片包覆。通过这些玻璃片与墙面角度的调整,室内可以获得不同的照明效果。JSWD设计的ThyssenKrupp总部Q1大楼(Gallery of Q1)(图8),采用了一种可以双向变化的遮阳系统。建筑外墙内表皮为普通的玻璃幕墙,外表皮由一层不锈钢材料制成的金属百叶包覆,共使用了超过8 000m²的不锈钢材料。这些金属百叶分成多个与楼层高度一致的羽毛状单元结构。每个单元可以绕竖向转轴旋转,单元内部的金属叶片又可以沿着横向的转轴改变角度。这种双向旋转系统,可以提供全向的调节,以最佳地适应太阳高度角与入射角度的变化。这层“金属皮肤”,不断变化着外观形状,赋予建筑立面开合与虚实不断渐变转换的变化效果。

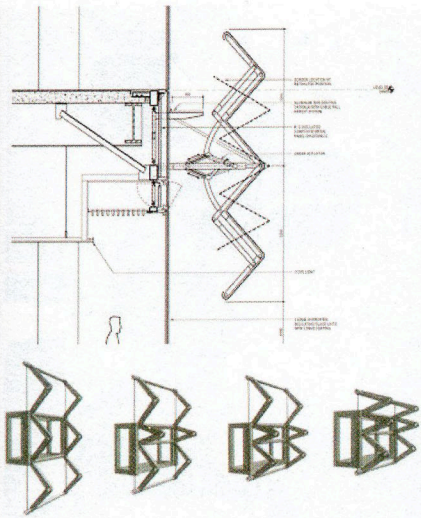


图9 首尔第一制糖公司研发中心

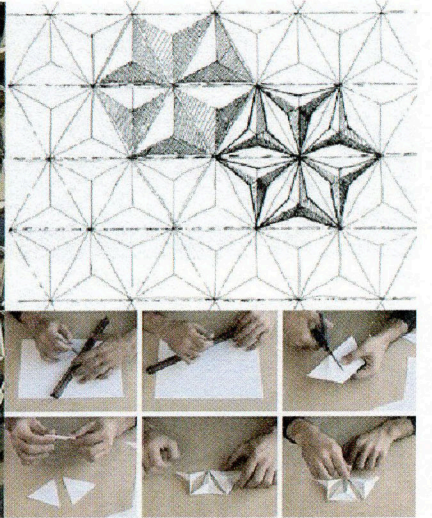
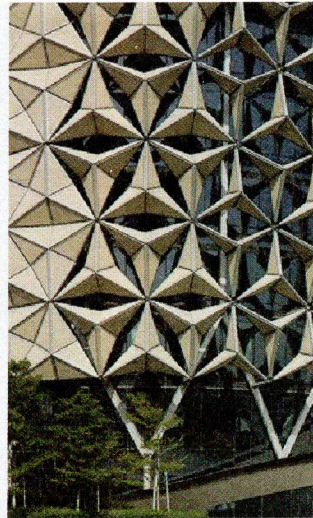
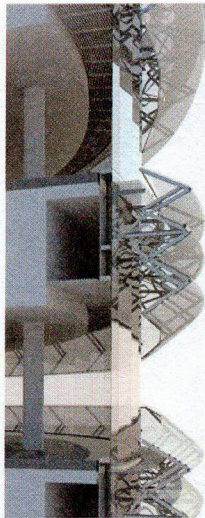


图10 Al Bahar大厦

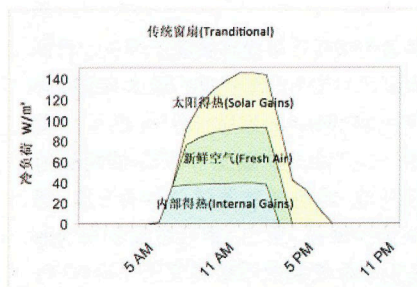
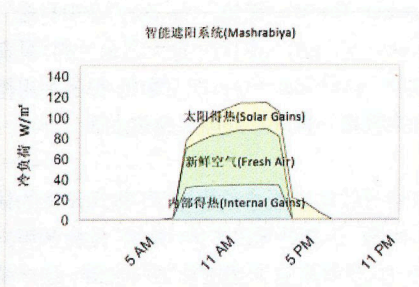
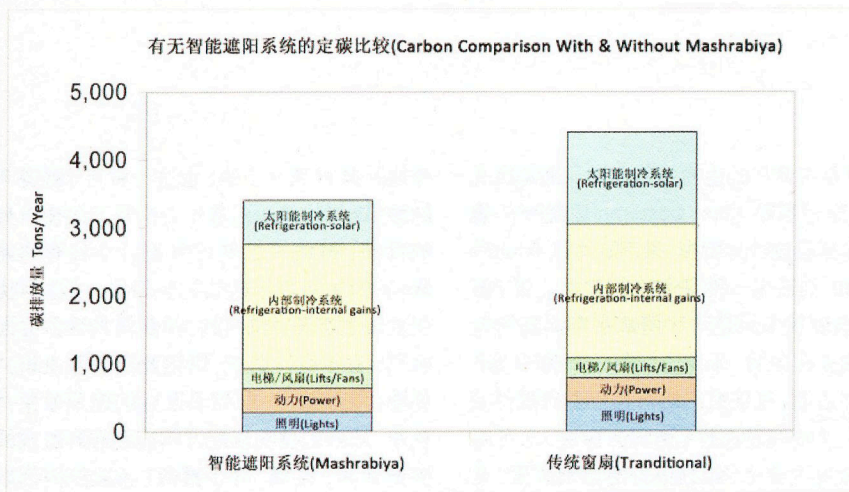


图11 Al Bahar大厦数据图

采用折叠的运动结构的可变表皮如, Yazdani Studio of Cannon Design设计的首尔第一制糖公司研发中心(CJ R&D Center)(图9)。这种可折叠的遮阳板由穿孔金属板制成,并通过一套自动控制的机械折叠系统,可以根据日照条件来调节立面遮阳的开合,从而有效优化室内光环境。由于不同房间对于日照

的需求会有不同,不同位置的遮阳板即使在同一时间也会有不同的开合角度。这层不断开合的遮阳系统,在立面上形成了一层不断变化的波浪形立面肌理效果。

AEDAS设计的阿布扎比投资委员会总部Al Bahar大厦(Al Bahar Tower)(图10、图11)采

用了伞形的折叠结构。建筑在内层玻璃幕墙外日光可以直射的立面部位包覆了一层可以通过支撑系统开合的伞状结构。结构表层为带有遮阳覆盖层的玻璃纤维材料。每六片三角形框架组成一个可变单元,安置在外墙独立的构架上。这些由自动控制系统操控的遮阳单元可以随着室外光照强调与方向的变化而张开或不同程度的闭合,如同一把把遮阳伞包覆于建筑表面。这一遮阳系统既能满足必要的自然采光,又可以有效节约50%的空调能耗。这种正六边形的伞状结构,同时也具有伊斯兰的宗教图示意味,将形式与功能完美的结合起来。

双层表皮技术与可变表皮技术常与绿色能源技术、生态材料技术结合设计,并融合了先进的照明技术,如努维尔(Jean Nouvel)设计的位于巴塞罗那的Torre Agbar塔(图12)。

建筑内部是普通开窗的混凝土墙面,并包覆以涂成40种不同颜色的抛光铝板。外层表皮则为自动系统控制的,可以改变角度的透明或半透明的玻璃百叶窗。通过外层表皮的开合,可以调节局部热环境,在建筑内外形成了一道热的隔离与缓冲区域。这座建筑将双层可变表皮技术与太阳能电池、电脑调控的空调系统、新型绝热材料等一系列新技术有效地结合起来,在节约建筑能耗的同时,创造了多变的和激动人心的立面效果。

随着自动控制系统与信息技术的发展,结合了双层表皮系统与动态表皮已经成为当代高



图12 Torre Agbar



图13 奥斯特霍斯荷兰流体肌高层方案设计

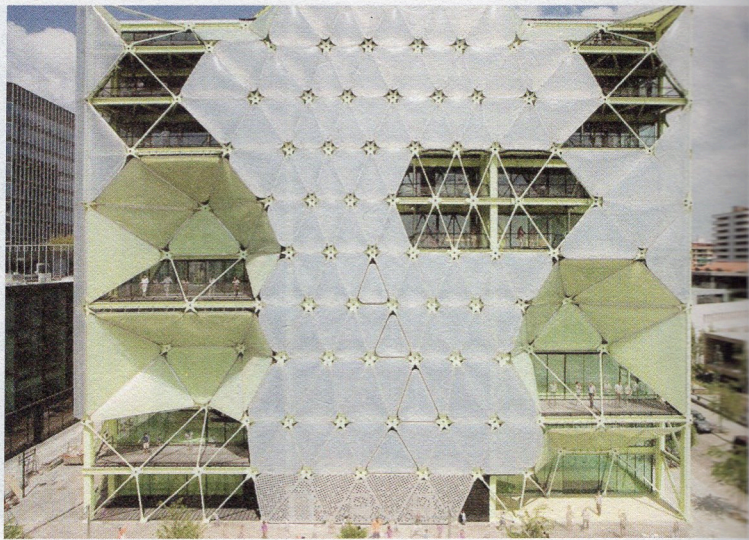


图14 巴塞罗那的媒体信息和通信技术大厦

层建筑表皮设计的重要发展趋势。建筑师将高层建筑视为一个能够自主新陈代谢的系统,不断拓展着生态化高层建筑表皮设计的内涵与外延。这种可变机械表皮系统,提供了传统的窗所不能达到的控制能力与立面形式美的表现力,然过于复杂的机械系统给建筑维护带来了新的挑战。一些可变建筑表皮因为机械系统的频繁损坏而大大影响了其使用效果。

3 结合感应材料的可适性建筑表皮

与依赖主动控制系统开合的机械式表皮系统不同,智能感应材料当受到特定的环境变化的刺激时,会改变原有材料的物理性能。这种能够根据环境变化而发生形状改变的材料,广泛应用于工程设计、时尚娱乐与工程建筑中,对于可持续发展的建筑设计具有重要的价值。建筑中常见的刺激智能材料改变的外部条件有声、光、热、水、电等。可变遮阳等回应气候变化的表皮设计,主要是通过机械系统、电子传感器以及自动控制系统来实现对于建筑照明与通风的调控。智能表皮材料更加注重表现材料本身所具有的物理化学性能对于环境系统的反应能力。有些智能表皮材料需要额外的能源来驱动,而有些智能薄皮材料既不需要额外的机械或电子控制,也不依赖于外部能源,更多意义上类似于

一层可自主调节的生物体的皮肤。建筑师卡斯·奥斯特霍斯(Kas Oosterhuis)在荷兰的实验性高层设计方案中,采用流体肌(Fluidie Muscle)创造出一种可适性的建筑立面(图13)。该表皮单元是一个两端带有钢阀的硅涂聚酰胺橡胶管,采用压缩气体伸缩时会产生线型运动,每块肌肉能够独立进行操作,具有交互性和动态性。当阳光穿过,它可以不时地发生变化,起到很好的遮阳效果,在材料和维修成本上也较为经济^[2]。

充气装置也被用于可变高层建筑表皮设计。Cloud9设计的位于巴塞罗那的媒体信息和通信技术大厦(Media-ICT)(图14、图15),其表皮由一片片涂有铁氟龙(ETFE)的特殊薄膜衔接而成,这种特殊薄膜总共有三层,第一层是透明薄膜,第二、第三层是互补的形状。整套帷幕墙隔热系统共安装了154个气垫(cushion)单元,透光度达到95%,且能阻挡80%的热量,可减少25%的二氧化碳^[3]。气垫系统中有104个单元可由电脑控制,根据太阳在立面上运行的轨迹来改变单元的状态。此外,该表皮还是一套烟雾式气囊遮阳系统,它将烟雾注入气垫,控制气体的粒子密度,根据温度感测启动,提供可变化的遮阳,最多可降低90%的热能。整套表皮系统的运动是“回应性和集中控制的”^[4]。

植物从某种意义上讲,也是一种可“感应”的建筑材料,可以随着不同的季节改变自身的性状。植物不仅是环境设计中独有的元素,它们被包覆于建筑的外表面,以达到优化立面生态设计的目的,并获得特殊的立面肌理。春季绿叶萌发,带给建筑勃勃生机;夏季,绿茵浓密,起到了很好的遮阳效果;秋季,巧妙的植物搭配可以达到五彩斑斓的装饰效果;冬季,叶子掉落,还建筑内部以充足的阳光。美国的“纽约绿塔”(Hanging Garden Tower)(图16)、丹麦的“空中村庄”(Sky Village)(图17)、意大利米兰的“垂直森林”(Vertical Forest)(图18)都是利用植被来营造一种动态的高层建筑立面。

在可持续建筑观念的影响下,建筑设计的核心问题,正在逐渐由文化、美学、社会学等方面,逐渐向建筑物理性能方向发展。这一变化不断影响建筑的设计与建构。建筑形式与功能、立面与性能之间的关系正发生着根本性的变化。高层建筑作为建筑的能耗大户,其表皮设计经历了注重表情、表现结构等阶段,逐步向注重生态的方向演进,其内涵不断得以丰富与完善。这种变化与发展,与建筑设计从立面设计到整体设计,再到生态设计的艺术精神的发展趋势相一致,并不断探索面向未来的建筑表皮设计理念。■

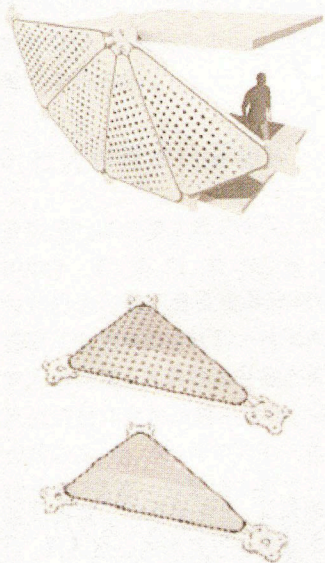


图15 巴塞罗那的媒体信息和通信技术大厦



图16 美国“纽约绿塔”



图17 丹麦“空中村庄”

参考文献:

- [1] Velasco R, Brakke A P, Chavarro D. Dynamic Façades and Computation: Towards an Inclusive Categorization of High Performance Kinetic Façade Systems[M]// Computer-Aided Architectural Design. The Next City—New Technologies and the Future of the Built Environment. Springer Berlin Heidelberg, 2015:172.
- [2] Kronenburg R. Flexible: Architecture that Responds to Change[J]. Rapid Prototyping on Large Scale Proceedings of Icm97 Hong Kong, 2007:217.
- [3] <http://bustler.net/news/2382/world-architecture-festival-awards-2011-grand-prize-winners>.
- [4] Velasco R, Brakke A P, Chavarro D. Dynamic Façades and Computation: Towards an Inclusive Categorization of High Performance Kinetic Façade Systems[M]// Computer-Aided Architectural Design. The Next City—New Technologies and the Future of the Built Environment. Springer Berlin Heidelberg, 2015:185.
- [5] Fortmeyer R, Linn C. Kinetic architecture: designs for active envelopes[M]. Images, 2014.
- [6] Moloney J. Designing kinetics for architectural facades. State change[J]. Architecture New Zealand, 2011.

图片来源:

- 图1: 作者自绘
- 图2: <https://www.pinterest.com/pin/307300374546948017/>; <https://www.pinterest.com/pin/421157002634551777/>; 《建筑创作》2006年5期
- 图3: 作者自绘
- 图4: <https://www.pinterest.com/pin/374995106454586092/>; <http://www.treemode.com/case/classical/90.html>
- 图5: 江哲麟绘
- 图6: <https://www.pinterest.com/pin/147915168989006714/>
- 图7: <https://www.pinterest.com/pin/230950287115502194/>
- 图8: <https://www.pinterest.com/pin/333970128595572409/>; <http://www.archdaily.com/326747/q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-chaix-morel-et-associés/510bd652b3fc4be6060000be-q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-chaix-morel-et-associés-sunshade-diagram>; <http://www.heinze.de/architekturobjekt/zoom/11727134/q1-axometrie-sonnenschutz.html>
- 图9: https://yazdanistudioresearch.files.wordpress.com/2011/11/cj_kineticdetail.jpg?w=460&h=321; Kinetic Architecture

2; <https://www.pinterest.com/pin/91549804896248217/>

图10: <https://www.pinterest.com/pin/307230005811283625/>

图11: Tall Building Innovation Award: Al Bahar

图12: <https://www.pinterest.com/pin/557390891361173688/>; <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barcelona-torre-agbar-bpa.jpg?uselang=zh-cn>

图13: Flexible: Architecture that Responds to Change

图14: http://www.cbda.cn/html/jd/20150403/55345_2.html

图15: Dynamic Façades and Computation: Towards an Inclusive Categorization of High Performance Kinetic Façade Systems

图16: http://www.incredible-pictures.com/2013/04/hanging-garden-tower-nyc.html#.UWP_AKJpl_M

图17: <http://divisare.com/projects/78454-Sky-Village>

图18: <http://thehealthykey.com/?p=1840>

冯刚, 天津大学副教授
胡惟洁, 天津大学硕士研究生